This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

QK
873
W5
UC-NRLF
B 3 884 157

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Kellogg
BIOLOGY
LIBRARY
G
Class

Über den angeblichen chemischen Transspirationsschutz der Pflanzen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Königl. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Karl Wisser

aus Altona.

Opponenten:

Herr cand. rer. nat. Dubbels.

Herr cand. pharm. Schultze.

Herr Dr. phil. Olufsen.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Kiel 1904.

Buchdruckerei von Karl Jansen, Brunswiekerstr. 27.

QH313
W5
BIOLOGY
LIBRARY
G

No. 6.
Rektoratsjahr 1904/1905.
Zum Druck genehmigt:
Dr. Harzer, z. Z. Dekan.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

157982

Vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität Kiel unter Leitung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Reinke ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer auch an dieser Stelle für die Anregung zu dieser Arbeit und die gütige Unterstützung meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Auch Herrn Prof. Dr. Benecke bin ich zu großem Dank verpflichtet.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Einleitung.

Unter die Schutzmittel der Pflanzen gegen starke Transpiration rechnen manche Autoren auch die chemische Beschaffenheit des Zellsaftes. Ausgehend von der Tatsache, daß eine Lösung um so langsamer verdunstet, je größer ihre Konzentration ist, sofern dieselbe von der Anzahl der gelösten Moleküle abhängt, führen sie die geringere Transpiration der Halophyten und Succulenten nicht allein auf anatomisch-morphologische Ursachen zurück, sondern auch auf den Zellsaft, indem dieser schon an und für sich infolge seiner chemischen Beschaffenheit langsamer verdunsten soll als der Saft gewöhnlicher Pflanzen. Autoren, welche diese Ansicht vertreten, sind zum Beispiel:

Aubert. „Ainsi les deux facteurs essentiels de la turgescence des plantes sont . . . 2° une faible transspiration due à l'accumulation de sels et d'acides organiques dans ces plantes."[1]) — „Toute plante grasse renferme donc des produits divers, (acides organiques, gommes, glucose) dont le rôle paraît être d'y retenir l'eau."[2])

„Comme la gomme, l'acide malique se trouvent avec les matières albuminoides chez toutes les Cactées, accompagnées de glucose, on prévoit que la transspiration de ces plantes doit être moins rapide que celle des plantes

[1]) Aubert, M. E. Recherches sur la Turgescence et la Transspiration des Plantes Grasses. Annales des sciences naturelles. VII. Série. Botanique 16. 1892. p. 12.

[2]) Jd. l. c. p. 60.

grasses pouvues seulement d'acide malique et de glucose, et, a fortiori, moindre que la transspiration des plantes ordinaires."[1]) — „Un autre facteur intervient qui retarde la transspiration des plantes grasses: à savoir les acides organiques pour les Crassulacées et les Mesembryanthemées, les acides et la gomme pour les Cactées."[2]) — Cette relation entre la répartition des acides organiques et l'intensité de la transspiration est la conséquence de l'obstacle apporté par ces substances à l'évaporation de l'eau dans laquelle elles sont dissoutes."[3])

Altenkirch, G. „Jedoch ist bei Betrachtung der Umstände, welche einen Widerstand gegen zu große Wasserverluste begünstigen, die Qualität des Zellsaftes nicht außer Augen zu lassen. Von Wert ist der Gehalt des Zellsaftes an hygroskopischen Substanzen, z. B. an Gummi, Schleimen, Harzen, Salzen, Säuren, welche mehr oder weniger energisch das Wasser zurückhalten."[4])

Tschirch, A. „Ferner ist es die Beschaffenheit des Zellsaftes, die als Schutzmittel dienen kann. Schon Willkomm machte darauf aufmerksam, daß man den physikalischen Satz, daß Salzlösungen langsamer verdunsten als reines Wasser, auf die Halophyten anwenden könne, indem dieselben trotz ihrer in der Oberfläche der Epidermis liegenden Spaltöffnungen, selbst an steinigen Orten und im trockensten Klima, noch ihr frisches Grün bewahren. Mit unter diese Rubrik gehören auch die mit dem Namen der Succulenten im engeren Sinne bezeichneten Gewächse. . . . Bei den letzteren, zu denen die succulenten Euphorbien, Crassulaceen, Peperonien, Aloe, Agave, Mesembryanthenum und andere zu rechnen sind, sind die Zellen entweder des

[1]) Jd. l. c. p. 64.

[2]) Jd. l. c. p. 89—90.

[3]) Jd. l. c. p. 90.

[4]) Altenkirch, G. Studien über die Verdunstungs-Schutzeinrichtungen in der trockenen Geröllflora Sachsens. Englers botanisches Jahrbuch 18. 1894. p. 386—387.

gesamten Gewebes oder bestimmter Gewebepartien mit einem schleimigen Zellsaft erfüllt. . . . Unterstützt wird dies Zurückhalten von Feuchtigkeit durch die Schleimigkeit des Zellsaftes." [1])

Fleischer. „Außer dem Wassergehalt spielt auch die chemische Beschaffenheit des Zellinhaltes unter den Schutzmitteln gegen Vertrocknung eine bedeutende Rolle. . . . Schon lange ist darauf hingewiesen, daß viele Pflanzen mit reichlich salzhaltigem Zellsaft (namentlich viele Chenopodiaceen) an dürren Standorten trefflich aushalten. Wahrscheinlich kommt also auch in der Pflanzenzelle der bekannte Satz zur Geltung, daß Wasser aus Salzlösungen langsamer verdunstet als reines Wasser." [2])

Grisebach, A. „Über die Succulenten soll hier nur im Allgemeinen vorläufig ausgeführt werden, daß ihre Verdunstung bald durch einen Epidermispanzer beschränkt ist, durch eine verstärkte Ablagerung fester Substanz an der Außenfläche der Oberhaut, bald durch die Natriumsalze ihres Saftes, die sie wegen ihrer Löslichkeit leicht aus dem Boden aufnehmen. Die letztere Erscheinung hat darin ihren Grund, daß eine Salzlösung langsamer verdunstet als reines Wasser, weil das Salz eine zurückhaltende Anziehung auf das Lösungsmittel ausübt." [3])

Warming, E. „Bei dem langsamen Trocknen sind jedoch nicht nur die besprochenen Schutzeinrichtungen gegen starke Transspiration wirksam, sondern bei den Halophyten wohl auch der salzige Zellsaft, indem dieser langsamer verdunstet als reines Wasser." [4])

---

[1]) Tschirch, A. Über einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnaea Bd. 43. 1880—82, p. 155.

[2]) Fleischer. Die Schutzeinrichtungen der Pflanzenblätter gegen Vertrocknung. 16. Bericht über das Kgl. Realgymnasium und die Landwirtschaftsschule zu Döbeln 1885. p. 41.

[3]) Grisebach. Vegetation der Erde. 2. Aufl. 84. I. p. 421—22.

[4]) Warming, E. Ökologische Pflanzengeographie. p. 296.

Sachs, Jul. „Da das Wasser aus Lösungen schwieriger verdunstet als aus reinem Wasser, und desto schwieriger, je concentrierter die Lösung und je schleimiger sie ist, so kann unter Umständen auch dieses Moment für die Transspiration des Wassers aus Pflanzensaft in Betracht kommen".[1])

Kohl, F. G. „Da Salzlösungen, gleichgiltig ob frei oder durch imbibierte Membranen, stets langsamer verdunsten, als reines Wasser, und ferner die Concentration dieser Lösungen bestimmend für die Schnelligkeit der Wasserverdunstung ist, so wird auch der Gehalt an Salzen in den Zellen der transspirierenden Gewebe auf die Transspiration von Einfluß sein. Pflanzen mit sehr wasserreichem Saft geben leichter Wasser ab als solche mit dickflüssigem, an Salzen reichem Safte. . . . Die zur Chenopodeenform gehörigen Gewächse häufen auffallend viel Natriumsalze des Bodens im Zelleninhalt an, und dieser Salzgehalt übt eine zurückhaltende Wirkung auf das lösende Wasser aus: die Cacteen erreichen denselben Zweck durch ihren Reichtum an Schleim, der ihre parenchymatischen Gewebe erfüllt, andere Pflanzen durch ähnliche Mittel.[2])"

Wenn nun den in Frage stehenden Pflanzengruppen ein solches chemisches Transspirations-Schutzmittel, wie man es genannt hat, tatsächlich zukommt, so müssen wir in der Verdampfungs-Geschwindigkeit von ausgepreßten Zellsäften zwischen den Extremen leicht welkender Schattenpflanzen einerseits, von Halophyten und Succulenten andrerseits, die mannigfachsten Abstufungen erwarten. Die eventuell hierbei obwaltenden Unterschiede und dadurch die Bedeutung des angeblichen chemischen Transspirations-Schutzmittels festzustellen, ist das Ziel vorliegender Arbeit.

[1]) Sachs, Jul. Lehrbuch der Botanik. Leipzig 1874. p. 651.

[2]) Kohl, F. G. Die Transspiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig. 1886. p. 21—22.

Methode.

Die Concentration des Saftes ist in den einzelnen Teilen derselben Pflanze verschieden. Da aber eine ausgiebige Transspiration nur aus den Blättern stattfindet, konnte sich die Untersuchung auf den Saft dieser beschränken. Vergleichsweise wurden auch unterirdische Pflanzenteile, welche nie transspirieren, und saftreiche Früchte in den Kreis der Untersuchung gezogen.

Um die Verdampfungs-Geschwindigkeit unabhängig von der Anatomie und Morphologie des betreffenden Pflanzenteils zu bestimmen, wurde der Saft mit einer Handpresse abgepreßt. Mit saftreichen Blättern, wie von Succulenten und Halophyten konnte diese Manipulation direkt, mit gewöhnlichen Laubblättern erst nach vorheriger Zerkleinerung durch eine Hackmaschine, vorgenommen werden. Um Wasserabgabe des erhaltenen Breis möglichst zu verhüten, wurde derselbe, sowie er aus der Maschine herauskam, unter eine feuchte Glasglocke gelegt und in kleinen Portionen sofort abgepreßt. Der Nachteil, den die Zerkleinerung mit sich bringt, besteht darin, daß auf diese Weise viel Chlorophyll in den Preßsaft übergeht, da die natürlichen Filter zerstört werden. Der so erhaltene Saft wurde durch Coagulation des Eiweiß geklärt nach dem Verfahren, das de Vries[1]) bei seinen Turgorbestimmungen ausgepreßter Zellsäfte einschlug, nämlich durch $1^1/_2$—2-stündiges Erhitzen in einem mit Korkstopfen verschlossenen dickwandigen Gefäße im Wasserbade bis 100° C.

[1]) De Vries, Hugo. Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheims Jahrbücher. 14. 1883. p. 545.

Es zeigte sich, daß nicht alle Pflanzen zu jeder Zeit auf die angegebene Weise einen klaren Saft liefern. Die untersuchten Succulenten: Sempervirum tectorum und Sedum album, klärten sich sowohl im Früh- als auch im Spätsommer sehr leicht, die Schattenpflanzen und Syringa vulgaris erst im Spätsommer. Eine andere Schwierigkeit trat bei Opuntia missuriensis und Aesculus hippocastanum auf, nämlich, daß infolge außerordentlich schleimiger Beschaffenheit der Zellsaft aus dem zerkleinerten Material nicht abzupressen war. Bei Populus alba und Hedera helïx wurde die außergewöhnliche Erscheinung beobachtet, daß der Preßsaft nach dem Erkalten fest ward. Ob dieser Zustand schon während des Erhitzens eingetreten war, ist nicht beobachtet worden. Durch das Erhitzen wurde auch Austreiben der gelösten Gase, speciell der Kohlensäure bewirkt, welche immer, wenn auch wohl in geringer Menge, im frischen Pflanzensaft enthalten ist. Letztere wird z. T. direkt entweichen, da bei dem durch das Erhitzen auf 100° C hervorgerufenen starken Druck der Korkverschluß ein Entweichen von Luft natürlich nicht verhindern kann, z. T. wird sie sich über der Flüssigkeit ansammeln und beim Filtrieren an die Luft abgegeben. Jedenfalls war ein Entweichen von Kohlensäure aus dem erhaltenen klaren Saft nicht zu beobachten. Dadurch wäre natürlich ein Fehler entstanden, da der entstehende Gewichtsverlust als durch abgegebenen Wasserdampf hervorgerufen in Rechnung gebracht worden wäre. Die Abwesenheit der Kohlensäure nach dem Erhitzen wurde durch folgenden Versuch festgestellt. Mittels der Bunsen'schen Wasserluftpumpe wurde mehrere Stunden Luft durch ein System von fünf Flaschen gesaugt. Die beiden ersten waren mit Natronlauge gefüllt, um die Kohlensäure der Luft zu absorbieren, das dritte mit Barytwasser, um zu konstatieren, ob sie völlig absorbiert sei, das vierte mit Saft, das fünfte mit Barytwasser. Auf diese Weise wäre event. aus dem Saft entweichende Kohlensäure mit dem durchgesogenen Luftstrome fortgerissen und hätte in

dem Barytwasser eine Trübung hervorgerufen. Da diese Reaktion nicht eintrat, war die Abwesenheit von Kohlensäure erwiesen.

Die Erhitzungsgefäße wurden erst geöffnet, nachdem sie sich auf Zimmertemperatur abgekühlt hatten. Beim Filtrieren, was stets durch ungenäßte Filter geschah, wurde der Trichter stets mit einer Glasplatte bedeckt und der Hals des Gefäßes von demselben geschlossen, um so Verdunstung möglichst zu vermeiden.

Für die Wahl der Verdunstungsgefäße waren folgende Gesichtspunkte maßgebend. 1) In Anbetracht der kleinen Gewichtsunterschiede, um die es sich hier handelt, ist Leichtigkeit ein Haupterfordernis, 2) müssen sie aus gleichem Material sein, da die Verdampfung je nach der Natur des Gefäßes verschieden ist, nach Untersuchungen von Marcet,[1]) 3) muß die Höhe der Gefäßwandung die gleiche sein, da dieselbe, wie man sich leicht vorstellen kann, und auch nachgewiesen ist,[2]) von Einfluß auf die Verdunstung ist. Die Dimensionen der Gefäße waren im Durchschnitt folgende:

Durchmesser	=	3 cm
Höhe	=	2 „
Gewicht	=	12 g
exponierte Oberfläche	=	7 cm^2

Jeder Versuch wurde mit 2 Gläsern ausgeführt, das eine wurde mit Saft, das andere mit destilliertem Wasser gefüllt, und dann beide gewogen. Nach der Wägung wurden sie durchschnittlich $^1/_2$ Stunde geöffnet, dann geschlossen und wieder gewogen. Das Experiment machte ich zweimal. Der Gewichtsverlust des Saftes wurde auf den des Wassers als Einheit bezogen. Dann wurden die Gefäße vertauscht, das vorher mit Saft gefüllte mit Wasser gefüllt

---

[1]) Marcet. Über Verdampfung von Flüssigkeiten. Poggendorfs Annalen, Ergänzungsband IV, p. 345.

[2]) Reischauer. Über die Abhängigkeit der Verdunstung von der Grösse der exponierten Oberfläche. Poggendorfs Annalen 114, p. 185.

und umgekehrt, im übrigen in derselben Weise verfahren wie vorher. Diese Manipulation hat zum Zweck, den durch geringe Oberflächendifferenzen entstehenden Fehler zu eliminieren, da es wohl kaum möglich ist, zwei Gefäße herzustellen, die überall den gleichen Querschnitt haben. Aus den so gewonnenen Verhältniszahlen wurde das Mittel genommen.

Damit die Flüssigkeit in den Gefäßen gleich hoch stand, geschah die Füllung immer mit derselben Pipette, welche drei cm^3 faßte. Die Gefäßdeckel wurden, während die Gefäße geöffnet waren, unter einer Glasplatte vor Staub geschützt aufbewahrt und vor dem Schließen der Gefäße mit einem Seidentuch ausgewischt, um Wasser zu entfernen, das sich dort condensiert hatte, während die Gefäße noch geschlossen waren.

Anfangs machte ich die Versuche im Zimmer an freier Luft unter gleichzeitiger Beobachtuug von Thermometer und Hygrometer. Da jedoch bei dieser Anordnung keine genügende Genauigkeit erzielt wurde, stellte ich die Gefäße in einem Schranke auf, um so den störenden Einfluß von Luftzug möglichst zu vermeiden. Die besten Resultate wurden erzielt bei Aufstellung der Gefäße im Exsiccator über Schwefelsäure. Die vorliegenden Beobachtungen sind sämtlich in der letzterwähnten Weise gemacht.

Es braucht nicht betont zu werden, daß vor Beginn des Experiments dem Wasser, Saft und den Gefäßen Zeit gelassen war, sich in der Temperatur auszugleichen. 15 — 20 Stunden wurden zu dem Zweck als ausreichend angesehen, da die Flüssigkeitsmengen nur gering waren und die Gefäße nie aus dem Beobachtungsraum entfernt wurden. Außerdem geschah das Öffnen der Verdunstungs-Gefäße am Anfang des Versuchs nicht sofort, sondern erst nach Ablauf von zwei bis drei Stunden.

Die Versuchszeit wurde, wie gesagt, auf zwei Stunden ausgedehnt, und jede halbe Stunde eine Beobachtung gemacht. Anfangs betrug die Dauer derselben bis 60 Stunden.

So weit zu gehen, ist aus zwei Gründen unratsam. 1) wird dadurch eine Concentrierung des Saftes herbeigeführt, wie sie in der Natur unter normalen Verhältnissen nicht vorkommt; 2) tritt bei so langer Zeit eine Zersetzung des Saftes ein, auf die schon Aubert[1]) hinweist. Der Saft verdunstet dann scheinbar schneller als Wasser.

Für einen ausgepreßten, also vom Einfluß der Pflanze befreiten Saft, gelten dieselben Gesetze wie für Lösungen. Da, abgesehen von äußeren Einflüssen, die chemische Beschaffenheit der Lösung die Verdampfungs-Geschwindigkeit beeinflußt, so läßt sich auch durch Feststellung der Menge der im Safte gelösten Substanzen ein Urteil gewinnen, ob wir wesentliche Unterschiede in derselben zu erwarten haben. Die gelösten Substanzen sind z. T. organischer Natur, z. T. Elektrolyte. Da der Einfluß der letzteren auf den Dampfdruck infolge der Dissociation bedeutend größer ist als der der organischen Substanzen, so wurde nicht allein der Trokcenrückstand, sondern auch die Asche bestimmt. Um das Entweichen leicht flüchtiger Stoffe beim Veraschen zu vermeiden, wurde der Trockenrückstand vorsichtig verkohlt und mit heißem Wasser ausgelaugt. Die Bestimmung geschah nach Hoppe-Seyler.[2]) Natürlich konnte diese nur durchgeführt werden, wenn der Saft sich klären ließ.

Außerdem wurde das spezifische Gewicht der Säfte bestimmt. Dazu benutzte ich die Westphal'sche Wage.

Fehlerquellen. Die Art und Weise, in der die Säfte für die Untersuchung gewonnen sind, hat, wie ohne weiteres ersichtlich, eine Reihe von Fehlern zur Folge.

1. Fransport. Diejenigen Pflanzen, welche nicht dem botanischen Garten entnommen werden konnten, die Schatten-

[1]) L. c. p. 61 — 62. Des Exercices de cette nature ne doivent pas être trop prolongées . . . En tout cas lorsque j' ai prolongé la durée de l'expérience, jai remarqué que les dissolutions, frâiches au début perdent moins que l' eau pure par l' évaporation tandis qu' au bout de quelque temps elles peuvent perdre davantage.

[2]) Hoppe-Seyler. Chem. Analyse. 5. Aufl. Berlin 1883. p. 316—20.

pflanzen und Salzpflanzen, konnten auch nicht unmittelbar, nachdem sie gepflückt waren, in Arbeit genommen werden. Bei den Schattenpflanzen betrug die Zeit, die bis dahin verstrich, $^1/_2 - ^3/_4$ Stunde; bei den Salzpflanzen von der Ostsee $^5/_4 - 1^1/_2$ Stunden; bei Salicornia herbacea, welche ihres spärlichen Vorkommens in der Ostsee halber von der Nordsee bezogen werden mußte, noch länger. Wenn auch in allen Fällen für eine die Transspiration möglichst verhindernde Verpackung selbstverständlich gesorgt war, so war doch nicht vollständig zu verhüten, daß Wasser verdunstete und auf diese Weise eine Concentrierung des Zellsaftes bewirkt wurde. Wie aus meinen Versuchen hervorgeht und Pfeffer[1]) schon ausgesprochen hat, ist dieser Fehler sehr unerheblich, da die Pflanzen noch turgescent waren.

2. Die Vorbereitungen zur Saftgewinnung, als Abschneiden und Zerkleinern der Pflanzenteile, wirken in demselben Sinne.

3. Das Erhitzen. Die durch das Erhitzen herbeigeführte Ausscheidung des Eiweiß ist für diese Untersuchungen bedeutungslos; denn 1) entstammt bei dem Safte der Blätter ein Teil desselben dem Phloem, 2) ist die Wirkung desselben in Bezug auf Dampfdruck-Erniedrigung so gering, daß sie garnicht in Betracht kommt, hat es sich doch als gleichgiltig erwiesen, ob man z. B. bei Bestimmung des osmotischen Drucks von Blut defibriniertes oder Blutplasma oder Blutserum untersucht, weil ein kleines Mehr

[1]) Pfeffer. Physiologie. I. 2. Aufl. p. 220. Mit abnehmendem Wassergehalt wird natürlich die Transspiration mehr und mehr verlangsamt und endlich sistiert, wenn in den lufttrockenen Teilen noch das hygroskopische Wasser enthalten ist. Solange indes die Pflanzen ihre Turgeszenz bewahren, kann die zunehmende Concentration des Zellsaftes in rein physikalischem Sinne nicht allzusehr die Transspiration herabdrücken. Denn innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen wird die der osmotischen Energie aequivalente Dampftension nur wenig vermindert und in gleichem Masse wirkt auch nur der sich ins Gleichgewicht setzende Imbibitionszustand der Zellwand.

oder Minder an Eiweißkörpern keinen nennenswerten Effekt bewirkt."[1])

Aber ein Umstand, der mit der Eiweißabscheidung verbunden ist, könnte als Fehlerquelle in Betracht kommen, nämlich die Eigenschaft aller Kolloide, gelöste Salze mit niederzureißen. Wir können aber wohl mit de Vries[2]) annehmen, daß diese Salze z. T. mit dem Eiweiß aus dem Phloem aufgelöst waren, sodaß ihre Fällung die Zusammensetzung von der des wirklichen Zellsaftes nicht entfernt.

Eine andere Fehlerquelle, auf die de Vries[3]) hinweist, die durch das Erhitzen bewirkte Inversion von Rohrzucker, ist belanglos. Wichtiger ist nach genanntem Forscher das Vorhandensein von Citronensäure, da diese bei 100° gebunden an Kalk, der immer vorhanden ist. ausfällt.[4])

---

[1]) Höber. Physikalische Chemie der Zelle. Leipzig 1902. p. 20.
[2]) L. c. p. 546.
[3]) L. c. p. 546.
[4]) L. c. p. 546.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Beobachtungen.

Das untersuchte Pflanzenmaterial entstammt z. T. dem botanischen Garten zu Kiel, die Schattenpflanzen sind in nächster Nähe von Kiel (Viehburger und Düvelsbecker Gehölz) gesammelt, die Salzpflanzen am Ostseestrande von Friedrichsort, ausgenommen Salicornia herbacea, welche, wie gesagt, von der Nordsee bezogen werden mußte (Schülp in Wesselburen). Es ist auch schon darauf hingewiesen, daß während des Transportes für eine die Transspiration möglichst verhindernde Verpackung gesorgt war.

Gruppe der Salzpflanzen.

1. Chenopodina maritima (Moqu.-Pand.) Die Pflanzen wurden nach anhaltender feuchter Witterung gesammelt; — selbstverständlich geschah dies immer nur dann, wenn die Pflanzen äußerlich abgetrocknet waren. — Die Blätter sind walzig und welken leicht, der geklärte Saft ist von gelb-grüner Farbe und hat das specifische Gewicht 1,024.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
7. VIII.	3h 45 — 4h 15	17,5	0,0074	0,0073	1,014	0,971
7. VIII.	4h 32 — 5h		0,0070	0,0071	0,986	
7. VIII.	7h 2 — 7h 32		0,0073	0,0079	0,924	
7. VIII.	7h 50 — 8h 20		0.0073	0,0076	0,96	

Die Menge des verdampften Saftes verhält sich also zur Menge des von der gleichen Oberfläche unter gleichen Umständen verdampften Wassers = 0,971 : 1. Die Verhältniszahl möge Verdampfungs-Quotient genannt werden.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
3,65	2,27	0,05	1,33

2. Salsola Kali (L.). Die Blätter sind pfriemlich, stachelspitzig, der geklärte Saft ist gelb-braun und hat das specifische Gewicht 1,021.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
14. VIII.	3h 34 — 4h 5	17,9	0,0072	0,0083	0,867	0,976
14. VIII.	4h 20 — 4h 51		0,0059	0,0071	0,831	
15. VIII.	11h 24 — 11h 56	18,6	0,0074	0,0067	1,104	
15. VIII.	12h 15 — 12h 47		0,0065	0,0059	1,102	

Verdampfungs-Quotient = 0,976. 100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
2,75	1,71	0,12	0,92

3. Atriplex litorale (L.). Die Blätter sind schmal lanzettlich, welken leicht, der geklärte Saft ist von gelbgrüner Farbe und hat das specifische Gewicht 1,025.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
9. IX.	1h — 1h 32	17,1	0,0115	0,0118	0,975	0,989
9. IX.	1h 42 — 2h 5		0,0091	0,0094	0,968	
9. IX.	4h 31 — 5h 9		0,0094	0,0096	0,979	
9. IX.	5h 18 — 5h 50		0,0098	0,0095	1,032	

Verdampfungs-Quotient = 0,989. 100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
3,70	2,34	0,096	1,26

4. Salicornia herbacea (L.). Da in diesem Fall specifisch transspirierende Organe, d. h. Laubblätter, nicht ausgebildet sind, wurden die fleischigen Teile des ganzen Sprosses ausgepreßt. Der Standort der Pflanzen bringt es mit sich, daß sie vom Meerwasser überflutet werden. Es war deshalb nötig, dieselben durch Abspülen und Abtrocknen zu reinigen, um einen Fehler durch äußerlich anhaftendes Chlornatrium zu vermeiden. Zur Probe hierauf wurden unverletzte Sprosse in Silbernitrat-Lösung getaucht; es entstand kein Niederschlag. Der Saft ist dunkelbraun und hat das specifische Gewicht 1,0335.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
17. VIII	$3^h 57 - 4^h 30$	18	0,0071	0,0091	0,780	0,954
17. VIII	$4^h 45 - 5^h 15$		0,0055	0,0074	0,743	
18. VIII	$10^h 50 - 11^h 23$	17,6	0,0084	0,0074	1,135	
18. VIII	$11^h 43 - 12^h 15$		0,0081	0,0070	1,157	

Verdampfungs-Quotient = 0,954.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
4,51	3,57	0,18	0,76

5. Honkenya peploides (Ehrh.). Die Bätter sind kahl und fleischig; der geklärte Saft ist von gelbgrüner Farbe und hat das specifische Gewicht 1,014.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
3. IX.	4h 15 — 4h 50	18,5	0,0094	0,0099	0,949	0.971
3. IX.	5h — 5h 31		0,0100	0,0108	0,926	
4. IX.	11h 19 — 11h 50		0,0108	0,0107	1,009	
4. IX.	12h — 12h 36		0,0110	0,0110	1,000	

Verdampfungs-Quotient = 0,971.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
2,33	1,3	0,14	0,89

2. Gruppe. Succulente Pflanzen.

1. Sempervivum tectorum (L.). Die Blätter von Rosetten wurden in Arbeit genommen. Der Preßsaft war fast klar und sehr leichtflüssig; der geklärte, fast wasserklare Saft, hat das specifische Gewicht 1,024.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-mittel
4. VIII.	4h 11 — 4h 40	18	0,0068	0,0072	0,944	0,995
4. VIII.	5h 21 — 5h 53		0,0066	0,0072	0,917	
4. VIII.	6h 47 — 7h 15	17,5	0,0062	0,0059	1,051	
4. VIII.	7h 31 — 8h		0,0064	0,0060	1,067	

Verdampfungs-Quotient = 0,995.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
3,04	0,25	0,90	1,89

2. Sedum album (L.). Die Pflanze ist bekannt dafür, daß sie außerordentlich schwer welkt, und ist deshalb für diese Unsersuchungen von besonderem Interesse. Der leichtflüssige geklärte Saft ist von bräunlicher Farbe und hat das specifische Gewicht 1,019.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
13. IX.	3h 30 — 4h	14	0,0095	0,0101	0,941	0,984
13. IX.	4h 9 — 4h 39		0,0083	0,0089	0,932	
13. IX.	3h 14 — 3h 47		0,0086	0,0082	1,049	
13. IX.	3h 55 — 4h 25		0,0078	0,0077	1,013	

Verdampfungs-Quotient = 0,984.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
3,74	0,12	0,46	3,16

3. Opuntia missuriensis. Der Saft von Opuntia missuriensis ist derartig schleimig, daß er nicht aus dem durch die Hackmaschine erhaltenen Brei abzupressen war. Um aber doch ein Urteil zu gewinnen über eine etwaige wasserbindende Kraft, die dem Schleim von einigen der genannten Autoren zugeschrieben wird, wurde mit dem Brei in derselben Weise verfahren wie sonst mit dem Preßsaft. Er wurde im verschlossenen Gefäß $1^1/_2$ Stunden auf 100° C im Wasserbade erhitzt, und nach der Abkühlung etwas davon in ein Verdunstungsgefäß getan, dessen Oberfläche etwas kleiner war als die zum Vergleich dienende Wasserfläche.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
8. IX.	9 h 16 — 9 h 48	17,7	0,0118	0,0115	1,03	1,03
8. IX.	9 h 57 — 10 h 39		0,0121	0,0118	1,03	

Verdampfungs-Quotient = 1,03.

Der Brei der Opuntia hat natürlich, wenn er auch möglichst geglättet wurde, infolge der nicht zu vermeidenden Unebenheit der Oberfläche, eine größere Verdunstungsfläche als das Wasser und infolgedessen mehr Wasserdampf abgegeben als dieses. Wir können aus dem Resultat immerhin sehen, daß auch die schleimigste Pflanze solange sie turgescent ist, rein physikalisch das Wasser nicht stärker zurückhält als andere.

3. Gruppe. Schattenpflanzen.

1. Impatiens nolitangere (L.) Die Blätter sind sehr zart und welken außerordentlich leicht. Der geklärte Saft hat eine rot-braune Farbe und das geringe specifische Gewicht 1,011.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
27. VII.	2 h 48 — 3 h 16	19,5	0,0082	0,0082	1,00	0,995
27. VII.	3 h 45 — 4 h 25		0,0095	0,0096	0,99	

Verdampfungs-Quotient = 0,995.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
2,65	0,58	0,86	1,71

2. Circaea lutetiana (L.). Trotz mehrfacher Versuche war es bei dieser Pflanze nicht möglich, einen klaren Saft zu erhalten, deshalb konnten nur die Verdampfungsversuche vorgenommen werden. Der dunkelbraune Saft hat das specifische Gewicht 1,0145.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
29. VIII.	3 h 30 — 4 h	16,9	0,0095	0,0106	0,896	0,99
29. VIII.	4 h 9 — 4 h 38		0,0078	0,0085	0,918	
29. VIII.	6 h 25 — 6 h 55	16,5	0,0098	0,0091	1,077	
29. VIII.	7 h 2 — 7 h 32		0,0081	0,0076	1,066	

Verdampfungs-Quotient = 0,99.

3. Stachys silvatica (L.). Die Blätter sind weich und stark behaart, der geklärte Saft ist dunkelbraun und hat das specifische Gewicht 1,022.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
1. IX.	11 h 15 — 11 h 45	16,3	0,0091	0,0099	0,919	0,998
1. IX.	11 h 55 — 12 h 29		0,0093	0,0101	0,921	
1. IX.	12 h 39 — 1 h 15		0,0108	0,0100	1,08	
1. IX.	4 h 12 — 4 h 38		0,0092	0,0086	1,07	

Verdampfungs-Quotient = 0,998.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
4,19	0,87	0,47	2,85

4. Stellaria nemorum (L).. Die Pflanze stammt von einem viel trockeneren Standort als die übrigen Schattenpflanzen (Düvelsbecker Gehölz). Die Blätter sind sehr zart und welken außerordentlich leicht. Der geklärte Saft ist dunkelrot und hat das specifische Gewicht 1,0225.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
6. IX.	10h 55 — 11h 25	19,2	0,0121	0,0132	0,917	0,982
6. IX.	11h 36 — 12h 6		0,0109	0,0114	0,956	
7. IX.	12h 40 — 1h 16	18	0,0110	0,0108	1,019	
7. IX.	1h 26 — 2h		0,0089	0,0086	1,035	

Verdampfung-Quotient = 0,982.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
3,68	1,27	0,16	2,25

4. Gruppe. Holzpflanzen.

1. Acer pseudoplatanus (L.). Der Saft ist etwas zähflüssig und hat geklärt eine dunkelrote Farbe und das specifische Gewicht 1,061.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
21. VIII.	3h 10 — 3h 42	17,1	0,0093	0,0111	0,838	0,937
21. VIII.	3h 51 — 4h 25		0,0081	0,0100	0,810	
21. VIII.	6h 25 — 7h		0,0123	0,0118	1,042	
21. VIII.	7h 5 — 7h 35		0,0090	0,0085	1,059	

Verdampfungs-Quotient = 0,937.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
12,06	0,25	0,12	11,69

2. Fagus silvatica (L.). Die zerkleinerten Blätter bildeten nicht wie die übrigen einen feuchten Brei, sondern ein staubartiges Pulver. Der Preßsaft enthielt auffallend wenig Chlorophyll und war nicht vollkommen zu klären. Der erhaltene dunkelbraune Saft hat das specifische Gewicht 1,064.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
23. VIII.	$11^h 46 - 12^h 17$	17,3	0,0090	0,0092	0,978	0,988
23. VIII.	$12^h 30 - 1^h 5$		0,0096	0,0098	0,979	
24. VIII.	$1^h 13 - 1^h 45$		0,0118	0,0120	0,983	
24. VIII.	$4^h 45 - 5^h 13$		0,0092	0,0091	1,011	

Verdampfungs-Quotient = 0,988.

3. Fraxinus excelsior (L.). Die Blätter sind sehr saftreich; der nicht vollständig geklärte Saft hat dunkelbraune Farbe und das specifische Gewicht 1,083.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
4. IX.	$5^h 30 - 6^h 4$	18,2	0,0116	0,0109	1,064	0,962
4. IX.	$6^h 12 - 6^h 43$		0,0095	0,0091	1,044	
5. IX.	$12^h 40 - 1^h 12$		0,0116	0,0137	0,847	
5. IX.	$2^h - 2^h 23$		0,0084	0,0094	0,894	

Verdampfungs-Quotient = 0,962.

4. Syringa vulgaris (L.). Erst im Spätsommer gelang es, den Saft dieser Pflanze zu klären, während er vorher stets einen braunen Kolloidstoff enthielt, der durch Erhitzen nicht ausfällbar war. Der geklärte Saft hat dunkelbraune Farbe und das specifische Gewicht 1,0745.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
17. IX.	$3^h 21 - 4^h$	13,8	0,0077	0,0087	0,885	0,944
17. IX.	$4^h 10 - 4^h 49$		0,0058	0,0066	0,879	
18. IX.	$10^h 6 - 10^h 38$		0,0111	0,0111	1,00	
18. IX.	$10^h 47 - 11^h 16$		0,0104	0,0103	1,01	

Verdampfungs-Quotient = 0,944.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
5,86	1,19	1,90	2,77

Es wäre von großem Interesse gewesen, mit dem Saft der Buchenblätter den von Pappelblättern zu vergleichen wegen des entgegengesetzten Verhaltens dieser beiden Bäume gegen Wind. Während die Buche sich vom Winde empfindlich wegwendet, wächst die Pappel von demselben unbeeinflußt gerade in die Höhe. Der Versuch scheiterte jedoch, wie gesagt, an der Eigenschaft des Pappelsaftes in der Hitze zu erstarren. Ein Versuch mit dem Saft von Ulmenblättern blieb unausgeführt, da es unmöglich war, mit der Handpresse Saft aus denselben zu gewinnen.

Die genannten Vertreter dieser Gruppe sind als Pflanzen von starker Transspiration von Interesse für den Vergleich mit denen von geringer Transspiration. Zu derselben gehören aber auch einige Pflanzen, welche aus einem andern Grunde

unsere Aufmerhsamkeit verdienen, nämlich immergrüne. Es ist von Interesse, zu erfahren, ob mit der auffallenden Eigenschaft, die grünen Blätter im Winter zu bewahren, nicht auch eine wesentliche Verschiedenheit des Saftes gegenüber gewöhnlichen Pflanzen verbunden ist. Zur Untersuchung sollten dienen Hedera helix und Prunus laurocerasus. Der Versuch mit ersterer konnte jedoch nicht ausgeführt werden, weil, wie schon erwähnt, der Saft in der Hitze erstarrte. Die Untersuchung mußte sich also auf den Kirschlorbeer beschränken.

Prunus laurocerasus (L.). Der geklärte Saft ist dunkelbraun und hat das specifische Gewicht 1,0525.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust		Verhältnis	Gesamt-Mittel
			Saft g	Wasser g		
27. VIII.	4h — 4h 30	17	0,0088	0,0101	0,871	0,975
27. VIII.	4h 40 — 5h 12		0,0085	0,0093	0,914	
27. VIII.	7h 20 — 7h 50		0,0105	0,0100	1,05	
27. VIII.	8h — 8h 29		0,0099	0,0093	1,06	

Verdampfungs-Quotient = 0,975.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche		organ. Subst. g
	wasserlöslich g	Glührückst. g	
9,89	0,58	0.41	8,90

Als Vertreter von Stauden gelangte Polygonum Siboldi zur Untersuchung. Der nicht völlig geklärte Saft hat dunkelbraune Farbe und das specifische Gewicht 1,026.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
17. IX.	$10^h 26 - 10^h 56$	13,4	0,0074	0,0081	0 914	0,958
17. IX.	$11^h 7 - 11^h 38$		0,0077	0,0087	0,885	
17. IX.	$3^h 35 - 4^h 11$	13,8	0,0095	0,0096	0,990	
17. IX.	$4^h 20 - 4^h 56$		0,0098	0,0094	1,043	

Verdampfungs-Quotient = 0,958.

Für diese Zahlen gilt selbstverständlich dasselbe, was de Vries[1]) von seinen für die Turgorkraft erhaltenen Werten betont: „Die Zahlen sind keineswegs specifische Constanten, sondern nur Beispiele der häufiger vorkommenden Fälle." Standort und Witterung werden die Concentration des Saftes beeinflussen. Für Äpfel[2]) — und dasselbe ist deshalb wohl auch für Gurken anzunehmen — die beide noch zur Untersuchung gelangen, ist nachgewiesen, daß während des Lagerns chemische Umsetzungen in ihnen vor sich gehen. Demnach gestatten uns die bisherigen Resultate, wichtige Schlüsse zu ziehen.

Wir bemerken zunächst, daß der Unterschied in der Verdampfungs-Geschwindigkeit zwischen Pflanzensäften und destilliertem Wasser im allgemeinen gering ist. Am auffallendsten ist, daß ein solcher überhaupt nicht besteht zwischen dem Blättersaft der Schattenpflanzen und der Succulenten (Sempervivum und Sedum), trotzdem erstere sehr stark transspirieren und außerordentlich leicht welken, während letztere sich in beiden Fällen entgegengesetzt verhalten. Das Ergebnis der chemischen Untersuchung lehrt uns, daß ein solcher Unterschied auch nicht zu erwarten ist. Beide Gruppen haben einen gleich wasserreichen

[1]) L. c. p. 557.

[2]) Arbeiten der chemischen Abteilung der Versuchsstation des Kgl. pomologischen Instituts zu Proskau O. S. im Jahre 1899/1900. I. Bericht. Erstattet von R. Otto. Bot. Centralblatt. 1900. II. p. 313.

leichtflüssigen Saft von geringem specifischen Gewicht mit ziemlich gleicher Verteilung von organischer und unverbrennlicher Substanz. Die allerdings etwas größere Differenz in der Verdampfungs-Geschwindigkeit des Blättersaftes der Halophyten genügt keineswegs, um dem Safte die Bedeutung beizumessen, welche ihm die in der Einleitung erwähnten Autoren zuerkennen, sie wird aber direkt bedeutungslos angesichts der Tatsache, daß sie bei den Holzpflanzen und Stauden, also Pflanzen, die zu den am stärksten transspirierenden gehören, noch größer ist, wie auch der Saft eine bedeutend größere Menge gelöster Substanz enthält, wodurch namentlich bei den Holzpflanzen das sonst durchschnittlich sehr geringe specifische Gewicht der Pflanzensäfte auffallend groß wird.

Was nun die Bedeutung des Schleims im Zellsaft anbetrifft, so lehrt der Versuch mit Opuntia missuriensis, trotzdem er nicht exact ausführbar war, doch soviel, daß demselben die ihm zugeschriebene Wirkungsweise abgesprochen werden muß. Abgesehen davon, daß eine solche vom physikalischen Standpunkte nicht zu verstehen wäre, weise ich noch darauf hin, daß auch bei stark transspirierenden Pflanzen, wie z. B. Aesculus Hippocastanum, Schleim in reichlicher Menge im Safte der Blätter auftritt. Die Bedeutung desselben liegt vielmehr in dem Schutze gegen vollständige Vertrocknung. Bei Annäherung an diesen Zustand hören aber die Gesetze der Lösungen auf und der Schleim verhält sich dann wie „eine schwer durchlässige Schicht“,[1]) welche in ihrer Wirkung vergleichbar ist einer Cuticula

[1]) Pfeffer. Physiologie. 2. Aufl. I. p. 220. Vergl. ferner Volkens, G. Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Sitzungsbericht der Berl. Akademie. Bd. I. 1886. Da ist zunächst die Ausfüllung des Lumens mit Celluloseschleim zu erwähnen. . . . Der Vorteil, welchen die Wüstenpflanzen durch eine solche Einrichtung erlangen, ist klar. Der Schleim in den Epidermiszellen retardiert die Transspiration, wirkt wie eine Gelatineschicht, die über eine leicht verdunstende Wasserfläche gebreitet wird.

oder einem Wachsüberzug. Eine Zusammenfassung dieser Resultate ergiebt also, daß die geringere Transspiration der Halophyten und Succulenten als unbegründet durch die chemische Beschaffenheit des Zellsaftes ausschließlich anatomisch-morphologischen Ursachen zuzuschreiben ist.

Während wir bisher das Problem, ob dem Zellsafte unter Umständen die Bedeutung eines chemischen Transspirations-Schutzmittels zukommt, zu lösen versucht haben durch Vergleichung des Saftes verschiedener Pflanzengruppen, steht noch ein anderer Weg offen, auf dem wir über diese Frage uns Klarheit verschaffen können, nämlich durch Vergleich der Säfte verschiedener Organe. Als stärksten Gegensatz zu den Blättern, deren Funktion neben der Assimilation die Transspiration ist, liegt es nahe, zum Vergleich den Saft eines unterirdischen Organs zu wählen, welches also nie transspiriert. Ferner wurden saftreiche Früchte zur Untersuchung herangezogen.

Unterirdische Pflanzenteile.

1. Solanum tuberosum (L.) Knollen. Die Kartoffeln wurden ungeschält zerkleinert, die in den Preßsaft übergehende Stärke vor dem Erhitzen abfiltriert. Der geklärte Saft hat schwärzliche Farbe und das specifische Gewicht 1,020.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
28. VIII.	11 h 38 — 12 h 6	17,5	0,0129	0,0119	1,084	0,981
28. VIII.	12 h 30 — 1 h		0,0063	0,0059	1,051	
28. VIII.	1 h 8 — 1 h 39		0,0076	0,0087	0,874	
28. VIII.	4 h 2 — 4 h 35		0,0084	0,0092	0,913	

Verdampfungs-Quotient = 0,981.

100 g Saft enthalten:

Trocken-rückst. g	Asche wasser-löslich g	Asche Glüh-rückst. g	organ. Subst. g
3,80	0,92	0,23	2,65

2. Daucus Carota (L.). Der Saft war nicht annähernd zu klären, sondern enthielt noch einen durch Erhitzen nicht fällbaren braunen Kolloidstoff. Das specifische Gewicht des erhaltenen Saftes betrug 1,0345.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
11. VIII.	4h 31 — 5h 19	17,4	0,0116	0,0121	0,959	0,969
11. VIII.	5h 35 — 6h 20		0,0088	0,0099	0,889	
12. VIII.	11h 5 — 11h 35		0,0076	0 0074	1,027	
12. VIII.	11h 52 — 12h 21		0,0062	0,0062	1,00	

Verdampfungs-Quotient = 0,969.

Saftreiche Früchte.

1. Pirus malus (L.). Die Äpfel wurden mit dem Messer grob zerkleinert. Der geklärte Saft hat hellgelbe Farbe und das specifische Gewicht 1,047.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Ver-hält-nis	Gesamt-Mittel
12. VIII.	3h 4 — 3h 35	17,5	0,0059	0,0072	0,819	0,946
12. VIII.	3h 55 — 4h 30		0,0065	0.0082	0,793	
12. VIII.	6h 12 — 6h 40		0,0065	0,0062	1.049	
12. VIII.	6h 52 — 7h 20		0,0064	0,0057	1,123	

Verdampfungs-Quotient = 0,946.

2. Cucumis sativa (Gurke) (L.) Dieselbe lieferte einen äußerst leichtflüssigen Saft, welcher nach dem Erhitzen wasserklar war, sich aber bald trübte. Das specifische Gewicht betrug 1,017.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
16. VIII.	3h 53 — 4h 23	18,2	0,0070	0,0085	0,824	0,998
16. VIII.	4h 37 — 5h		0,0063	0,0078	0,808	
19. VIII.	4h 37 — 5h 10	17,5	0,0081	0,0069	1,178	
19. VIII.	? — 5h 59		0,0169	0,0143	1,182	

Verdampfungs-Quotient = 0,998.

100 g Saft enthalten:

Trockenrückst. g	Asche wasserlöslich g	Asche Glührückst. g	organ. Subst. g
1,76	0,25	0,12	1,39

3. Ribes rubrum (L.). Der nicht vollständig geklärte Saft hat das specifische Gewicht 1,053.

Datum	Beobachtungszeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
9. VIII.	3h 52 — 4h 22	17,3	0,0067	0,0078	0,859	0,961
9. VIII.	4h 40 — 5h 11		0,0074	0,0082	0,902	
10. VIII.	4h 38 — 5h 9		0,0081	0,0076	1,066	
10. VIII.	5h 22 — 5h 45		0 0058	0,0057	1,018	

Verdampfungs-Quotient = 0,961.

Die Beobachtungen an unterirdischen Pflanzenteilen und Früchten zeigen, daß zwischen dem Saft dieser und dem der Blätter kein wesentlicher Unterschied in der Verdampfungs-Geschwindigkeit besteht, und erhärten somit den aus Ergebnissen früherer Versuche gezogenen Schluß, daß dem Zellsafte der Blätter die Bedeutung eines chemischen Transspirations-Schutzmittels keinesfalls zukommt.

Ansichten anderer Autoren.

Da die Dampftension der osmotischen Energie aequivalent ist, lassen sich die gewonnenen Resultate in gewissem Sinne mit denen von de Vries vergleichen. Dieser hat den Salpeterwert ausgepreßter Pflanzensäfte bestimmt und daraus den osmotischen Druck berechnet. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Schwankungen desselben im allgemeinen sehr gering sind, also dieselbe Beobachtung, die ich bezüglich der Verdampfungs-Geschwindigkeit gemacht habe. De Vries[1]) hat das Mittel der molekularen Concentration der Säfte zu 0,2 Aequ. KNO_3 bestimmt. Daran anknüpfend habe ich die Verdampfungs-Geschwindigkeit einer reinen Kochsalzlösung festgestellt vom specifischen Gewicht 1,0145 = 2%, also von etwas stärkerer molekularer Concentration als die der Salpeterlösung von 0,2 Aequ. Der Versuch hat zum Zweck, die Verdampfungs-Geschwindigkeit einer Lösung festzustellen, deren molekulare Concentration uns bekannt ist, im Gegensatz zu den Pflanzensäften, welche Lösungen der verschiedensten chemischen Verbindungen darstellen und deren Trockenrückstand und Aschengehalt uns über die molekulare Concentration keinen Aufschluß geben.

---

[1]) L. c. p. 557.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
12. IX.	$8^h 58$ — $9^h 30$	14,2	0,0097	0,0105	0,924	0,953
12. IX.	$9^h 36$ — $10^h 6$		0,0073	0,0080	0,912	
12. IX.	$3^h 57$ — $4^h 30$		0,0105	0,0106	0,991	
12. IX.	$4^h 44$ — $5^h 14$		0,0069	0,0070	0,986	

Verdampfungs-Quotient = 0,953.

Um die Wirkung eines Nicht-elektrolyten in Bezug auf Dampfdruck-Erniedrigung mit einem Elektrolyten zu vergleichen, wurde ein Versuch mit Traubenzucker gemacht. Es zeigte sich, daß eine Lösung vom specifischen Gewicht 1,043 (= 12 % Dextroseanhydrid) ungefähr dieselbe Verdampfungs-Geschwindigkeit besitzt wie eine 2 prozentige Natriumchlorid-Lösung.

Datum	Beobachtungs-zeit	Temp. C°	Gewichts-Verlust Saft g	Gewichts-Verlust Wasser g	Verhältnis	Gesamt-Mittel
16. IX.	$12^h 10$ — $12^h 41$	13,9	0,0107	0,0111	0,964	0,972
16. IX.	$12^h 50$ — $1^h 19$		0,0083	0,0083	1,00	
16. IX.	$3^h 52$ — $4^h 27$		0,0104	0,0107	0,972	
16. IX.	$4^h 36$ — $5^h 6$		0,0060	0,0063	0,952	

Verdampfungs-Quotient = 0,972.

Ein französischer Forscher, Ricôme,[1]) hat auch die Frage untersucht, wie weit die geringere Transpiration der Halophyten bedingt ist durch den Gehalt des Zellsaftes an Natriumchlorid. Derselbe wählte eine andere Methode als von mir eingeschlagen ist. Er zog gewöhnliche Pflanzen, Bohnen und Ricinus, in einer Knop'schen Nährlösung, ferner Halophyten, nämlich Malcolmia maritima und Alyssum maritimum 1) in einer reinen Knop'schen

[1]) Ricôme. M. H. Influence du chlorure de Sodium sur la transspiration et l'absorption de l'eau chez les vègètanx. Comptes rendues. T. 137. 03. p. 141—43.

Nährlösung, 2) in derselben Nährlösung, welche aber mit $^1/_2$prozentiger Kochsalzlösung versetzt worden war, und beobachtete nun bei allen Kulturen Absorption und Transspiration. Das Ergebnis war, daß die Halophyten in der reinen Nährlösung etwas weniger absorbierten und transspirierten als Bohnen und Ricinus, was durch den gegen Verdunstung besser geschützten Bau der ersteren zu erklären ist. Bei den Halophyten in der mit Kochsalz versetzten Lösung war Absorption und Transspiration viel geringer, da das Kochsalz die Absorption erschwerte. Die Transspiration der Halophyten ist größer in der reinen Knop'schen Lösung als in der mit Kochsalz versetzten. Daraus geht hervor, daß das in der Pflanze befindliche Kochsalz ohne Einfluß auf die Transspiration ist. „La prèsence de Nacl dans les tissus n'empêche pas la plante de transspirer d'une façon assez intense quand l'absorption est facilitée".

Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Burgerstein[1]) und Sachs[2]) über die Einwirkung von Nährsalzen auf die Transspiration. Genannte Forscher sind zu dem Resultat gekommen, „daß die Transspiration in Nährstofflösungen eine geringere war, als im destillierten Wasser, und daß sie um so geringer war, eine je höher prozentige Lösung der Pflanze geboten wurde".[3]) Angesichts dieser Tatsache erhebt sich die Frage, ob die Wirkung der Nährlösungen physikalisch oder physiologisch zu erklären ist. Nach den Versuchen von Aubert[4]) wäre eine physikalische Erklärung nicht ausgeschlossen, da dieser bei einer 0,4prozentigen Lösung von Gummi arabicum noch einen bedeutenden Unterschied in

[1]) Burgerstein. A. Untersuchungen über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transspiration der Pflanzen. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. 73. 1876. p. 191—244.

[2]) Sachs. Jul. Über den Einfluss der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Transspiration. Landw. Versuchsst. I. 1859.

[3]) (Jd. l. c. p.) Burgerstein. l. c. p. 235—36.

[4]) Jd. l. c. p. 63.

der Verdampfungs-Geschwindigkeit gegenüber destilliertem Wasser gefunden hat, was um so befremdender ist, als nach seinen Beobachtungen die Verdampfungs-Geschwindigkeit einer Äpfelsäurelösung von demselben Titre ganz bedeutend, einer Oxalsäurelösung noch eswas größer ist, während es nach der Theorie der Lösungen umgekehrt sein müßte, da bei derselben Concentration nach Gewicht die Wirkung eines Stoffes bezüglich Dampfdruckerniedrigung um so größer sein muß, je kleiner sein Molekül ist. Pfeffer[1]) spricht die Ansicht aus, daß es sich bei der in Frage stehenden Erscheinung nicht um physikalische Effekte handeln dürfte, sondern um indirekte Wirkung, d. h., um eine Verschiebung der Transspirationsfähigkeit. Durch die vorliegenden Versuche ist nun der experimentelle Nachweis geliefert, daß es sich um physikalische Effekte nicht handeln kann, da zur Erreichung derartiger Wirkungen Concentrationen erforderlich wären, welche die einer Nährlösung weit übersteigen. Eine Vereinigung meiner Resultate mit denen von Burgerstein und Sachs drängt vielmehr zu dem Gedanken, eine Reiztätigkeit des Protoplasma anzunehmen, hervorgerufen durch die Anwesenheit einer chemischen Verbindung. Für diese Annahmen sprechen auch die von Burgerstein[2]) und in Übereinstimmung mit ihm von Sachs[3]) gemachten Beobachtungen, daß die Säuren

[1]) L. c. p. 231.

[2]) L. c. p. 209. „Aus diesen Versuchsreihen ersieht man, dass die Wasserverdunstung der Pflanzen in den sauren Flüssigkeiten im Allgemeinen grösser war als im destillierten Wasser. Es bestätigen somit die Resultate meiner Versuche die zuerst von Senebier und später ganz unabhängig von demselben von Sachs gefundene Tatsache. dass geringe dem Wasser zugesetzte Mengen einer Säure die Transspiration der Pflanzen beschleunigen."

Id. l. c. p. 212. „Die Vergleichung der mit Kali, Natron und Ammoniak durchgeführten Versuchsreihen ergiebt, dass die Alkalien eine retardierende Wirkung auf die Transspiration ausüben.

[3]) L. c. p. 223. „Zwei junge Kürbisse tauchten mit den Wurzeln jeder in einen Liter Wasser; bei dem einen wurde dieses durch 10 Tropfen conc. Salpetersäure sauer gemacht. Am

eine „Acceleration“, Alkalien eine „Retardation“ der Transspiration bewirken. Es sei ferner erinnert an die Untersuchungen von Stahl,[1]) welcher, als er Topfkulturen von Acer pseudoplatanus, Phaseolus multiflorum, Tropaeolum maius, Zea Mais mit $^1/_2$ prozentiger Kochsalz-Lösung begoß, beobachtete, daß die Spaltöffnungen bei sämtlichen Pflanzen sich nach einigen Stunden schlossen, und so die Wasserabgabe gehemmt wurde.

Eine Reiztätigkeit dieser Art, nämlich hervorgerufen durch die Anwesenheit einer chemischen Verbindung, nimmt ferner auch Stange[2]) an.

---

ersten Tage fand auch hier eine kleine Verlangsamung durch den Säurezusatz statt, während der folgenden Tage dagegen fand in der sauren Flüssigkeit eine Acceleration der Verdampfung statt, welche bis auf 90% stieg, d. h., die Pflanze in dem sauren Wasser verdampfte und sog ein beinahe das Doppelte von dem im reinen Wasser . . . Als Gegenversuch wurden zwei andere Kürbispflanzen beobachtet, deren eine in reinem Wasser, die andere in alkalischem stand, das letztere enthielt auf einem Liter Wasser nur einen Tropfen einer conc. Kalilösung, dieses geringe Quantum von Kali bewirkte eine Retardation, welche am ersten Tage schon auf 40% stieg“.

[1]) Stahl. E. Einige Versuche über Transspiration und Assimilation. Bot. Ztg. 1894. I. p. 134. „Die in Töpfen kultivierten Pflanzen wurden mit $^1/_2$ prozentiger Kochsalzlösung begossen, während gleichaltrige Vergleichspflanzen, die im übrigen denselben Bedingungen ausgesetzt waren, bloss Brunnenwasser erhielten. Schon nach wenigen Tagen stellte sich bei den mit Kochsalz begossenen Versuchspflanzen Verlangsamung der Entwickelung ein. Die mit den Blättern vorgenommene Kobaltprobe ergab, dass eine Verfärbung nur nach langer Zeit eintrat, während die Vergleichsobjekte in bekannter Weise das blaue Kobaltpapier verfärbten. . . . . Bei einer besonnten Maispflanze hörte, schon wenige Stunden nach Ersatz der normalen Nährlösung durch $^1/_2$ prozentige Kochsalzlösung, die Wasserdampfabgabe seitens der Blätter fast vollständig auf. Sowohl die Kobaltprobe, wie auch die an intakten Blättern vorgenommene mikroskopische Untersuchung lehrten, dass die Spaltöffnungen vollständig geschlossen waren.“

[2]) Stange, B. Beziehungen zwischen Substrat-Concentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen. Botan. Ztg. 1892. p. 374. „Es erhebt sich nunmehr die Frage, ist die Turgor-

Zusammenfassung der Resultate.

1. Der Unterschied in der Verdampfungs-Geschwindigkeit zwischen Pflanzensäften und destilliertem Wasser ist im Allgemeinen gering.

2. Die Verdampfungs-Geschwindigkeit der Pflanzensäfte, bezogen auf diejenige von destilliertem Wasser als Einheit, schwankte zwischen den Grenzen von 0,99 bis 0,93.

3. In Bezug auf Verdampfungs-Geschwindigkeit besteht zwischen dem Blattsaft von Succulenten und Halophyten einerseits, leicht welkender Schattenpflanzen andrerseits, kein wesentlicher Unterschied.

4. Zwischen dem Safte von Blättern und dem Safte von unterirdischen Organen besteht ebenfalls kein wesentlicher Unterschied in der Verdampfungs-Geschwindigkeit.

5. Mit Rücksicht auf diese Tatsachen erscheint es nicht berechtigt, dem Zellsafte die Bedeutung eines chemischen Transspirations-Schutzmittels, in dem Sinne, wie es in der Litteratur geschehen ist, zuzuschreiben.

---

steigerung Folge der Aufnahme entsprechender Menge des dargebotenen Stoffes, sodass hierdurch das Vorhandensein eines osmotischen Überschusses erklärbar wird, oder wirken grössere Mengen der dargebotenen chemischen Verbindungen insofern reizend auf die Protoplasmatätigkeit, dass hierdurch eine Änderung des Stoffwechsels in der Weise eintritt, als die Menge osmotisch wirksamer Substanz an sich ev. in Bindung mit Zersetzungs-Produkten der zugeführten Salze vermehrt wird?"

Jd. l. c. p. 394. „Somit wären wir der Frage nach einer Reiztätigkeit des Protoplasmas, hervorgerufen durch die Gegenwart einer chemischen Verbindung in grösserer Quantität in der Zelle, näher gekommen".

LIBRARY OF THE UNIVERSITY

Thesen.

1. Die Köpfchendrüsen in den Höhlen der Rhizomschuppen von Lathraea squamaria fungieren als Hydathoden.

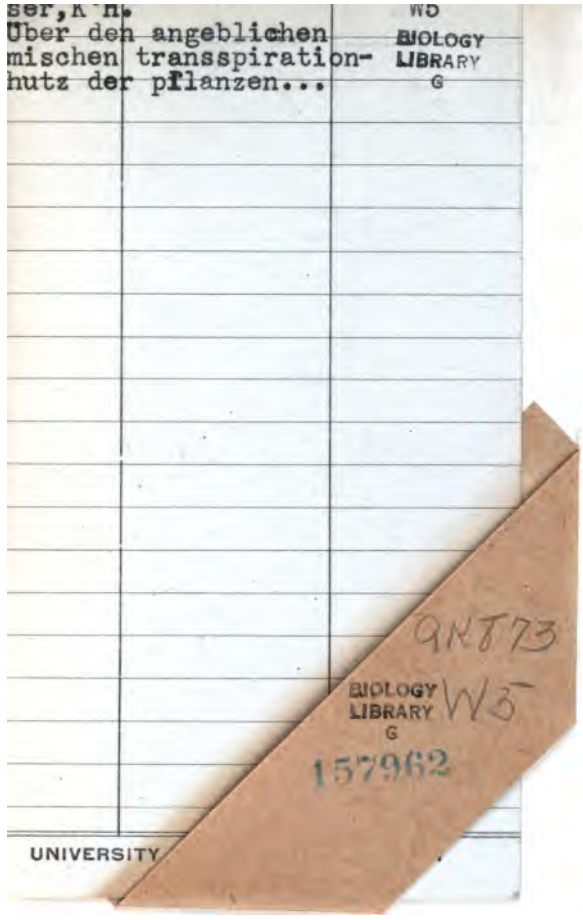
2. Alle Affinitaten eines Elementes sind von gleicher Ordnung.

3. Diejenige Vulkanhypothese, welche unter Annahme eines Centralherdes Wasser und Hitze als Agentien voraussetzt, ist zu verwerfen.

Vita.

Ich, Karl Heinrich Wisser, Sohn des Rectors G. H. Wisser, preußischer Staatsangehöriger, evangelischen Bekenntnisses, bin geboren am 22. Dezember 1879 zn Altona. Ich besuchte bis Ostern 1891 die Mittelschule, dann das Realgymnasium meiner Vaterstadt. Nach bestandener Reifeprüfung bezog ich Michaelis 1899 die Universität und studierte Naturwissenschaft: 2 Semester in Heidelberg, 1 Semester in Berlin. Nach einjähriger Unterbrechung setzte ich meine Studien in Kiel fort. Das Examen rigorosum bestand ich am 20. Februar 1904. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten: Apstein, Benecke, Biltz, Brandt, Bütschli, Claisen, Curtius, Deussen, Haas, Kny, Lehmann, Lenard, Martius, Nordhausen, Pfitzer, Reinke.

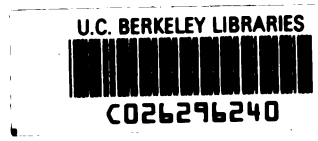
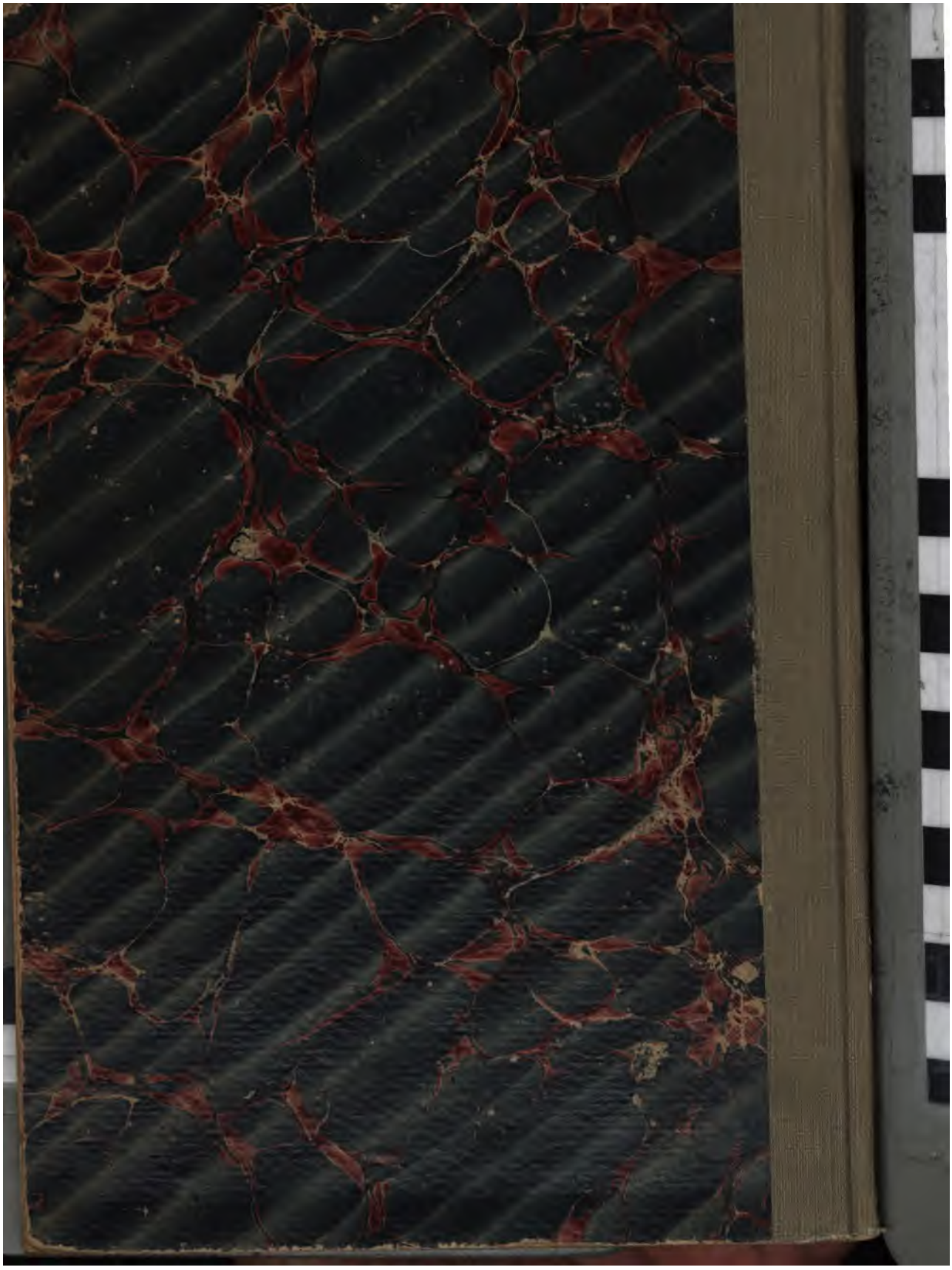
Allen meinen hochverehrten Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.



ser, K. H.
Über den angeblichen
mischen transspiration-
hutz der pflanzen...

W5
BIOLOGY
LIBRARY
G

U.C. BERKELEY LIBRARIES
C026296240

9KT73
BIOLOGY
LIBRARY
G
W5
157962

UNIVERSITY